

ANALISIS PERAN LIMBAH CAIR TAHU DALAM PRODUKSI BIOGAS

Amaliyah Rohsari Indah Utami, Triwikantoro, Melania Suweni Muntini

IT TELKOM Bandung, ITS Surabaya, ITS Surabaya

E-mail : amaliyahriu@gmail.com

ABSTRAK

Biogas merupakan salah satu sumber energi alternatif yang dapat menggantikan peran bahan bakar minyak bumi dan gas alam. Salah satu komponen biogas adalah gas metana. Salah satu upaya untuk meningkatkan produksi gas metana dilakukan dengan menambahkan bahan aditif berupa limbah cair tahu ke dalam bahan baku penghasil biogas yaitu kotoran sapi. Penambahan limbah cair tahu ke dalam kotoran sapi tersebut berdasarkan perbandingan massa dengan variasi (80:20), (70:30), dan (60:40). Selanjutnya bahan campuran tersebut diblending dengan air berdasarkan perbandingan massa 1:2 sebelum dimasukkan ke dalam reaktor skala laboratorium. Hasil karakterisasi limbah cair tahu menggunakan alat Spectrofotometry dan Kjeldahl menunjukkan kandungan protein, glukosa, dan karbohidrat sebesar 0,45%, 2,31% dan 2,08%. Pengamatan terhadap produksi biogas dilakukan dengan melihat perubahan tekanan gas setiap hari serta melihat hasil uji kromatografi gas metana masing-masing sampel. Produksi biogas tertinggi yang diperoleh dari campuran bahan tersebut adalah sampel ((70:30):2) pada hari ke- 12 yaitu 1,004 atmosfer dengan jumlah mol gas yang terbentuk sebesar 0,1946 mol. Serta kandungan gas metana yang terukur adalah sebesar 6056,12 ppm.

Kata kunci : biogas, metana, limbah cair tahu.

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi yang semakin meningkat membuat peran biogas sebagai salah satu sumber energi alternatif semakin penting. Salah satu faktor yang mendukung adalah bahan baku biogas yang mudah diperoleh. Bahan baku biogas berupa limbah organik seperti kotoran hewan, sampah, serta limbah padat. Selain bahan baku yang mudah diperoleh, maka teknologi yang digunakan juga relatif sederhana dan ekonomis. Teknologi tersebut adalah teknologi *digester anaerob*. Tuti Haryati (2006) menyatakan *digesti anaerob* adalah proses yang ekonomis dan sangat menguntungkan baik dari segi keuntungan pengolahan limbah yang bersifat alami, membutuhkan lahan yang lebih kecil dibandingkan dengan proses kompos aerobik, memperkecil rembesan polutan, memperkecil volume atau berat limbah yang dibuang, dan dari segi keuntungan energi yang meliputi proses produksi energi yang bersih, berkualitas tinggi, dapat diperbaharui serta digunakan untuk berbagai keperluan. Sedangkan keuntungan dari segi lingkungan bahwa *digester anaerobic* dapat menurunkan emisi gas metana dan karbondioksida serta menghilangkan bau.

Salah satu upaya agar biogas dapat diperoleh secara optimal adalah menambahkan limbah cair tahu ke dalam kotoran sapi. Oesman, dkk (2008) menyatakan bahwa limbah cair tahu memiliki kandungan metana lebih dari 50% sehingga sangat dimungkinkan menjadi bahan baku sumber energi biogas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas limbah cair tahu di sentra industri tahu kampung Trunan Kota Magelang mencapai 283,8 m³/ hari. Kapasitas limbah cair tahu bila dikonversikan menjadi biogas akan menghasilkan 442,65 m³/hari. Oleh sebab itu, penelitian ini memiliki tujuan yaitu untuk mengetahui komposisi bahan yang tepat antara kotoran sapi dan limbah cair tahu.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kotoran sapi, limbah cair tahu, dan air. Adapun alat yang digunakan berupa pHmeter, blender, *digester anaerob*, termometer, manometer, serta timbangan.

Metode penelitian yang dilakukan meliputi tiga tahapan yaitu tahapan persiapan, tahapan penelitian, serta tahapan analisis data. Karakterisasi kandungan limbah cair tahu berupa kandungan protein, glukosa, serta karbohidrat dilakukan pada tahapan persiapan. Selain itu, dilakukan pula penentuan variasi campuran komposisi bahan. Adapun pengesetan alat, serta variasi penambahan limbah cair tahu ke dalam kotoran sapi dengan perbandingan massa (kotoran sapi : limbah cair tahu)

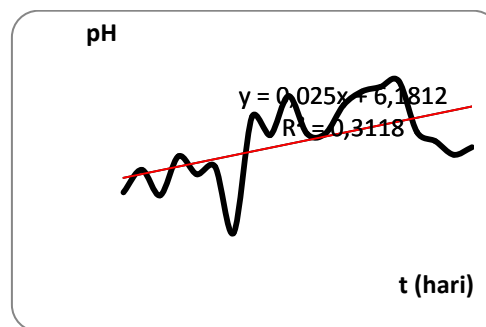


yaitu (80:20), (70:30) dan (60:40), dilakukan pada tahapan penelitian. Campuran bahan tersebut selanjutnya dicampur air dengan menggunakan perbandingan massa sebesar 1:2. Agar diperoleh campuran bahan yang relatif homogen maka sistem pengadukan yang digunakan adalah sistem *blending*. Selanjutnya, bahan dimasukkan ke dalam *digester anaerob* yang memiliki massa kerja 12000 gram. Fermentasi dilakukan selama 20 hari disertai pengamatan terhadap perubahan tinggi kolom air pada manometer. Pengamatan dan pengambilan data untuk tahapan analisis data meliputi: 1) pengukuran pH media fermentasi; 2) pengukuran tinggi kolom air pada manometer. Selanjutnya data yang diperoleh dianalisa secara deskriptif. Hasil analisa ini memberikan gambaran tentang peran limbah cair tahu dalam produksi biogas.

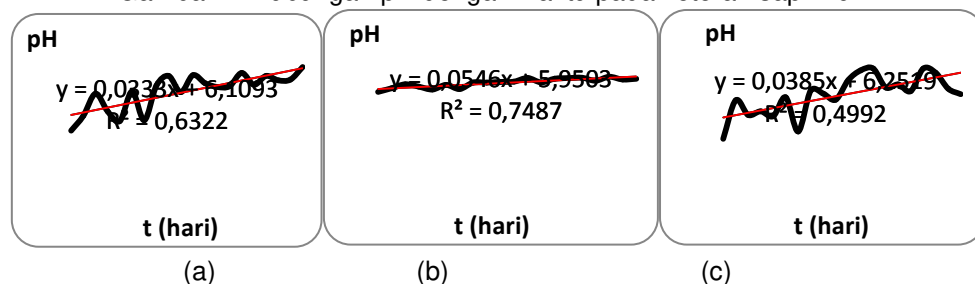
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengamatan Perubahan pH

Kondisi awal sebelum pencampuran bahan dengan sistem blending menunjukkan bahwa substrat kotoran sapi memiliki tingkat keasaman 7,89 dan limbah cair tahu 5,01, serta air yang digunakan mempunyai tingkat keasaman 6,00. Pencampuran kotoran sapi dicampur dengan bahan aditif mengakibatkan perubahan tingkat keasaman yang signifikan. Hasil pengamatan pH pada media fermentasi kotoran sapi murni berkisar antara 5,84 – 6,85, kotoran sapi dengan limbah cair tahu konsentrasi 20% adalah berkisar 5,93 – 6,79, konsentrasi 30% adalah berkisar antara 5,75 – 7,02 dan konsentrasi 40% adalah berkisar antara 5,94 – 7,09.



Gambar 1. Hubungan pH dengan waktu pada kotoran sapi murni



Gambar 2. Hubungan pH dengan waktu pada konsentrasi limbah cair tahu 20%, 30%, dan 40%

Secara umum hasil pengukuran pH menunjukkan bahwa semua sampel memperlihatkan peningkatan pH secara fluktuatif. Limbah cair tahu yang ditambahkan ke dalam kotoran sapi relatif tidak memberikan pengaruh terhadap perubahan pH sebagaimana ditunjukkan Gambar 2. Hal ini disebabkan kandungan bahan limbah cair tahu tidak mampu mendominasi kandungan bahan kotoran sapi. Warna campuran bahan pada sampel yang dicampur dengan limbah cair tahu adalah sama dengan tanpa campuran limbah cair tahu, yaitu hijau tua. Oleh sebab itu, perubahan pH campuran limbah cair tahu relatif meningkat secara fluktuatif sebagaimana kotoran sapi murni.

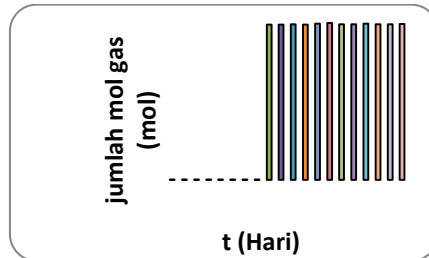
2. Pengamatan Terhadap Temperatur

Hans G.Schlegel (1976 dan 1985), menyatakan bahwa suhu mempengaruhi perilaku mikroorganisme. Sebagian besar bakteri tanah dan air bersifat *mesophil* yaitu akan mempunyai kecepatan tumbuh maksimum antara temperature 20°C – 40°C. Rentang temperatur terbentuknya

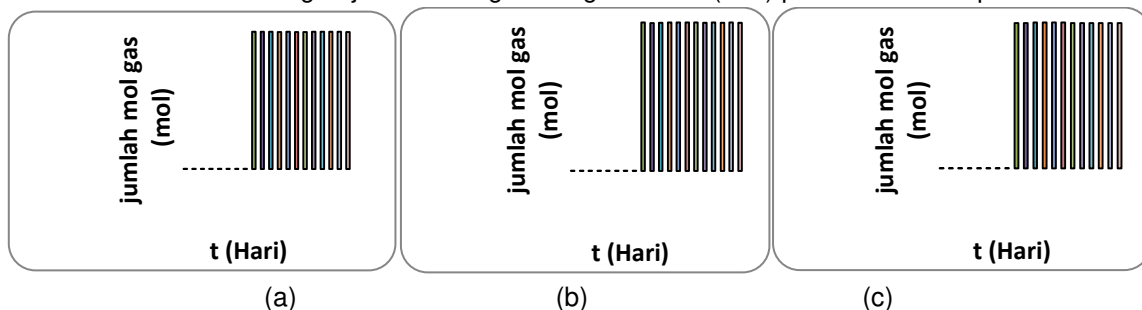
biogas yang optimal adalah 25°C - 30°C . Data temperatur penelitian menunjukkan bahwa temperatur semua sampel masih berada pada daerah temperatur yang optimal untuk memproduksi biogas yaitu antara 28°C - 31°C , sehingga bakteri mempunyai kecepatan tumbuh yang maksimum.

a. Pengamatan Terhadap Jumlah Mol Gas

Indikasi pembentukan biogas ditunjukkan dengan peningkatan jumlah mol gas yang dihasilkan selama fermentasi yaitu 20 hari. Pola pembentukan biogas selama berlangsungnya fermentasi pada masing-masing sampel menunjukkan pola yang sama yaitu memiliki dua fase yakni fase inkubasi /lag dan fase stasioner. Kotoran sapi murni memiliki fase inkubasi 7 – 9 hari dan fase stasioner 9 – 10 hari sejak pengisian dilakukan, sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan jumlah mol gas dengan waktu (hari) pada Kotoran sapi murni



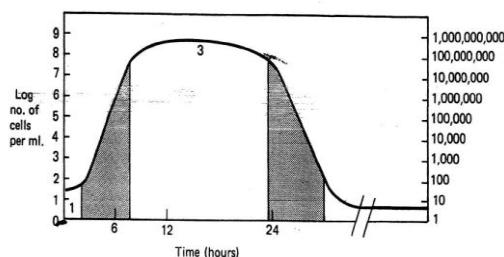
Gambar 4. Hubungan jumlah mol gas dengan waktu (hari) pada konsentrasi limbah cair tahu dengan konsentrasi: (a) 10%, (b) 20%, (c) 30%, (d) 40%

Pola pembentukan biogas selama berlangsungnya fermentasi pada berbagai konsentrasi limbah cair tahu menunjukkan pola yang sama dengan sampel kotoran sapi murni. Pola tersebut adalah memiliki fase inkubasi 7 – 9 hari dan fase stasioner 9 – 10 hari. Pola perubahan jumlah mol gas pada masing-masing konsentrasi sampel diperlihatkan pada Gambar 4.

b. Ketersediaan Nutrisi Bagi Bakteri

Pertumbuhan mikroorganisme tergantung pada tersedianya air serta nutrisi yang terlarut dalam air. Mikroorganisme memiliki perbedaan dalam hal susunan larutan makanan dan persyaratan lingkungan. Menilik susunan kimia sel mikroorganisme maka kebutuhan nutrien pokok terdiri dari unsur makro dan unsur mikro. Unsur makro meliputi karbon, oksigen, hidrogen, nitrogen, belerang, fosfor, kalium, kalsium, magnesium dan besi. Unsur mikro yang diperlukan mikroorganisme antara lain mangan, seng, tembaga dan lain-lain, (Hans G.Schlegel, 1976 dan 1985).

Bahan aditif limbah cair tahu mengandung protein sebesar 0,45%, karbohidrat sebesar 2,08%, dan glukosa sebesar 2,31%. Nutrisi ini merupakan nutrisi makro yang dibutuhkan oleh bakteri dalam memproduksi biogas. Hasil penelitian berupa data perubahan pola jumlah mol gas yang terbentuk menunjukkan bahwa pertumbuhan mikroorganisme mengikuti kurva pertumbuhan bakteri yaitu fase lag/masa inkubasi, fase eksponensial dan fase stasioner. George A. Wistreich, (2003) membagi kurva pertumbuhan bakteri dengan 4 fase yaitu: fase lag, fase eksponensial, fase stasioner dan fase kematian, sebagaimana Gambar 5.



Gambar 5. Kurva pertumbuhan bakteri
Sumber Gambar: George A. Wistreich, 2003

c. Uji Kromatografi Gas

Uji kromatografi gas dilakukan untuk mengetahui kualitas gas yang dihasilkan dari semua sampel. Mengacu pada analisa data dan pembahasan dalam 2.1, 2.2, 2.3 dan 2.4 maka peran bahan aditif dapat ditentukan. Kadar gas metana untuk masing-masing sampel pada hari ke-20 memiliki harga yang bervariasi sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 1 berikut ini:

Konsentrasi Limbah Cair Tahu	Kadar CH ₄ (ppm) hari ke-20
0% (Kotoran Sapi murni)	84759,8
20%	41643,9
30%	6056,12
40%	43183,8

Secara umum, perbedaan perubahan pembentukan gas metana pada sampel yang diberi bahan aditif limbah cair tahu memperlihatkan bahwa terjadi ketidaklinieran antara kadar metana dengan konsentrasi bahan aditif yang diberikan. Ketidaklinieran tersebut terutama ditunjukkan oleh konsentrasi 20% terhadap 30% yaitu terjadinya penurunan dari 41643,9 ppm menjadi 6056,12 ppm. Selanjutnya, konsentrasi 20% mengalami peningkatan kadar gas metana dalam produksi biogas jika dibandingkan 40% yaitu dari 6056,12 ppm menjadi 43183,8 ppm. Hal ini disebabkan adanya kebocoran dalam tandon penyimpanan gas ketika pengaliran gas dari digester menuju penyimpanan. Adanya kebocoran gas menyebabkan udara luar yang mengandung oksigen masuk ke dalam digester. Gas oksigen dapat menyebabkan kinerja bakteri *anaerob* menjadi tidak optimal bahkan mati, (Hans G.Schlegel, 1976 dan 1985). Akibat yang terjadi adalah gas metana yang dihasilkan konsentrasi 30% menjadi sedikit. Data penelitian menunjukkan bahwa adanya penambahan limbah cair tahu menyebabkan penurunan kadar gas metana yang terbentuk dibandingkan dengan sampel kotoran sapi murni. Perbandingan pengukuran kadar metana pada sampel 20% dan 40% diperoleh data bahwa sampel 40% memiliki kadar metana yang lebih tinggi daripada sampel 20%. Hal ini diakibatkan oleh sampel 40% lebih homogen daripada sampel 20%. Kehomogenan campuran bahan merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan produksi biogas, (Evans, Gareth. M. and Furlong, Judith C, 2003). Pencampuran bahan menggunakan sistem blending untuk sampel 40% dengan konsentrasi limbah cair tahu lebih tinggi daripada sampel 20% membuat bakteri lebih mudah mencerna bahan yang berfungsi sebagai sumber energinya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penambahan bahan limbah cair tahu tidak berpengaruh pada produksi biogas secara signifikan dibandingkan produk biogas dari kotoran sapi murni. Pada hari ke-20 gas metana pada sampel kotoran sapi sebesar 84759,8 ppm sedangkan penambahan limbah cair tahu dengan konsentrasi tertinggi 40% memiliki gas metana



sebesar 43183,8 ppm. Perbedaan kadar metana setelah 20 hari dihitung dari hari ke-6 yang tertinggi terdapat pada campuran dengan perbandingan kotoran sapi dan limbah cair tahu (60:40) atau konsentrasi 40% sebesar 43183,8 ppm.

Pada penelitian selanjutnya, untuk mendapatkan produksi biogas yang lebih cepat dalam jumlah besar dapat dikaji campuran dengan bahan dasar limbah cair tahu dengan bahan aditif kotoran sapi. Pada perubahan tekanan yang kecil dapat digunakan manometer digital dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi, sehingga pola produksi biogas dapat dianalisis lebih baik. Selanjutnya, pembuatan digester perlu diupayakan lebih kedap udara sehingga tidak terjadi kebocoran.

DAFTAR PUSTAKA

- Evans, Gareth. M. & Furlong, Judith C. (2003). *Environmental Biotechnology Theory and Application*. John & Son, Ltd.
- Haryati, Tuty., (2006). Biogas: Limbah Peternakan yang Menjadi Sumber Energi Alternatif. *Wartazoa*, 16(3), 160-169.
- Raliby, Oesman, Rusdijjati, Retno, & Rosyidi, Imron, (2008). Pengolahan limbah cair tahu menjadi biogas sebagai bahan Bakar alternatif pada industri pengolahan tahu.
- Schlegel, Hans G. & Schmidt, Karin. Jr. (1976, 1985). *Allgemeine Mikrobiologie* (6th ed.). Rüdigerstr : Georg Thieme Verlag.
- Wistreich, George A. (2003). *Microbiology Laboratory, Fundamentals and Applications* (2nd ed.). East Los Angeles College: Pearspon Education, Inc.

DISKUSI

Penanya 1 : Agus muji santoso

Pertanyaan :

Mengapa ratio C N di limbah dan kotoran sapi tidak disajikan?

Jawaban :

Tidak mengukur ratio C N

